

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-277798

(43)Date of publication of application : 06.10.2000

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 11-084735

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 26.03.1999

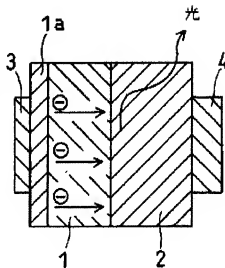
(72)Inventor : HAYASHI KAZUYUKI  
YOKOTA YOSHIHIRO  
MIYATA KOICHI  
INOUE KENICHI

## (54) DIAMOND ELECTRONIC ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a diamond electronic element which can substantially raise the luminous intensity by enhancing the injection efficiency of electrons.

**SOLUTION:** A first diamond layer 1 and a second luminous diamond layer 2 are joined with each other. Moreover, this element is provided with a first electrode 3 so as to catch the second diamond layer 2 and the first diamond layer 1. Likewise, this is provided with a second electrode 4 for catching the first diamond layer 1 and the second diamond layer 2. Then, the vicinity of the surface for contacting with the first electrode 3 of the first diamond layer 1 is hydrogenated, and a hydrogenated region 1a is made. What is more, the first diamond layer 1 is composed of, for example, an undoped diamond, and the second diamond layer 2 is doped with, for example, boron (B), and the second diamond layer 2 is a p-type semiconductor. Therefore, the resistance of the first diamond layer 1 is made higher than that of the second luminous diamond layer 2.



(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

データベース(参考)

A 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-84735

(22) 出願日 平成11年3月26日(1999.3.26)

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 林 和志

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72) 発明者 横田 高宏

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(74) 代理人 100090158

弁理士 藤巻 正憲

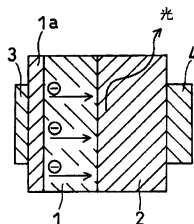
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 ダイヤモンド電子素子

## (57) 【要約】

【課題】 電子の注入効率を高めることにより、発光強度を著しく増加させることができるダイヤモンド電子素子を提供する。

【解決手段】 第1のダイヤモンド層1と発光する第2のダイヤモンド層2とが接合されている。また、第2のダイヤモンド層2と第1のダイヤモンド層1を挟むように第1の電極3が設けられている。同様に、第1のダイヤモンド層1と第2のダイヤモンド層2を挟むように第2の電極4が設けられている。そして、第1のダイヤモンド層1の第1の電極3と接する表面近傍は水素化され、水素化領域1aが形成されている。なお、第1のダイヤモンド層1は、例えばアンドープ・ダイヤモンドから構成されており、第2のダイヤモンド層2には、例えばボロン(B)がドーピングされ、第2のダイヤモンド層2はp型半導体となっている。このため、第1のダイヤモンド層1の抵抗は発光する第2のダイヤモンド層2のそれよりも高い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のダイヤモンド層と、この第1のダイヤモンド層に接合され発光する第2のダイヤモンド層と、前記第1及び第2のダイヤモンド層に夫々接する第1及び第2の電極と、を有し、前記第1のダイヤモンド層の抵抗は前記第2のダイヤモンド層の抵抗よりも高く、前記第1のダイヤモンド層の前記第1の電極と接する表面の少なくとも一部の領域は水素化されていることを特徴とするダイヤモンド電子素子。

【請求項2】 第1のダイヤモンド層と、この第1のダイヤモンド層に接合され発光する第2のダイヤモンド層と、この第2のダイヤモンド層に接合された導電性基板と、前記第1のダイヤモンド層及び前記導電性基板に夫々接する第1及び第2の電極と、を有し、前記第1のダイヤモンド層の抵抗は前記第2のダイヤモンド層の抵抗よりも高く、前記第1のダイヤモンド層の前記第1の電極と接する表面の少なくとも一部の領域は水素化されていることを特徴とするダイヤモンド電子素子。

【請求項3】 前記第1のダイヤモンド層は、アンドープダイヤモンドからなり、前記第2のダイヤモンド層はボロンがドーピングされたp型半導体ダイヤモンドからなることを特徴とする請求項1又は2に記載のダイヤモンド電子素子。

【請求項4】 前記第2のダイヤモンド層におけるボロン原子濃度は、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上であることを特徴とする請求項3に記載のダイヤモンド電子素子。

【請求項5】 第1のダイヤモンド層と、この第1のダイヤモンド層に接合され発光する第2のダイヤモンド層と、この第2のダイヤモンド層に接合された第3のダイヤモンド層と、前記第1及び第3のダイヤモンド層に夫々接する第1及び第2の電極と、を有し、前記第1のダイヤモンド層の抵抗は前記第3のダイヤモンド層の抵抗よりも高く、前記第1のダイヤモンド層の前記第1の電極と接する表面の少なくとも一部の領域は水素化されていることを特徴とするダイヤモンド電子素子。

【請求項6】 第1のダイヤモンド層と、この第1のダイヤモンド層に接合され発光する第2のダイヤモンド層と、この第2のダイヤモンド層に接合された第3のダイヤモンド層と、この第3のダイヤモンド層に接合された導電性基板と、前記第1のダイヤモンド層及び前記導電性基板に夫々接する第1及び第2の電極と、を有し、前記第1のダイヤモンド層の抵抗は前記第3のダイヤモンド層の抵抗よりも高く、前記第1のダイヤモンド層の前記第1の電極と接する表面の少なくとも一部の領域は水素化されていることを特徴とするダイヤモンド電子素子。

【請求項7】 前記第1のダイヤモンド層は、アンドープダイヤモンドからなり、前記第3のダイヤモンド層はボロンがドーピングされたp型半導体ダイヤモンドからなることを特徴とする請求項5又は6に記載のダイヤモ

ンド電子素子。

【請求項8】 前記第2のダイヤモンド層には発光中心を形成する不純物元素が導入されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載のダイヤモンド電子素子。

【請求項9】 前記水素化は、水素プラズマ処理により行われたものであることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載のダイヤモンド電子素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、単数又は複数の固定波長で発光し家庭用電気器具、情報・通信機器、電子化された輸送機、産業用機械の制御盤、及び信号機等の表示設備等に利用される固体発光素子に好適なダイヤモンド電子素子に関し、特に、紫外領域での発光強度が高いダイヤモンド電子素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ダイヤモンドは耐熱性に優れ、現存する物質の中で最も硬いため、工具の耐摩耗部等に使用されている。その上、ダイヤモンドのバンドギャップは約5.5 eVと大きく、通常は良好な絶縁性を示すが不純物をドーピングすることにより半導体化で、絶縁破壊電圧及び飽和ドリフト速度が大きく、誘電率が小さいという優れた電気的特性を有している。このような特徴から、ダイヤモンドは高温・高電圧・高電界用の電子デバイス・センサ材料として期待されている。更に、バンドギャップが大きいことを利用した紫外線等の短波長領域に対応する光センサ及び発光素子への応用も進められている。

【0003】電流直接励起の固体発光素子としては、直接励起型半導体のpn接合による発光ダイオード(LED)素子が一般に利用されているが、その発光最短波長はその材料のエネルギーギャップ(価電子帯-伝導帯)に相当する。例えば、Siでは赤外光、GaAsでは赤色光、InPでは黄色光、GaNでは青色光まで開発されている。そして、それ以上の短波長の光線、例えば紫外線に相当する半導体としてはダイヤモンドの利用が可能である。これは、ダイヤモンドのエネルギーギャップが5.47 eVで波長225 nmに相当するからである。

【0004】しかしながら、ダイヤモンドから高品質なp型半導体を作製することは容易であるが、高品質なn型半導体は、現在のところ作製されていない。このため、通常のLED構造として用いられるpn接合では、発光させることが困難である。擬似的なn型半導体を使用した場合には、輝度が低く実用的な強度は得られない。

【0005】ところで、ダイヤモンドの絶縁破壊電界は10 MeV/cmもあり、「固体真空」ともいえる材料である。近時、薄膜ダイヤモンドの合成技術が発展し、

欠陥の少ない材料が利用できるようになってきている。例えば、ダイヤモンド薄膜を気相から合成する技術が開示されている(特公昭59-27754号公報及び特公昭61-3320号公報)。

【0006】また、ボロン(B)原子をドーピングすることによりp型半導体ダイヤモンドを合成する技術が開示されている(特開昭59-137396号公報)。

【0007】更に、単結晶ダイヤモンド基板上に気相合成により単結晶薄膜を合成できることも公知である

(「ダイヤモンドに関する研究」、無機材料研究所研究報告書第39号、科学技術庁、1984、pp. 39-43及び特開平2-233590号公報等)。

【0008】更にまた、シリコン基板上にダイヤモンドの(100)や(111)の結晶面が配向して成長したダイヤモンド薄膜の合成法も開示されている(2nd International Conference on the Applications of Diamond Films and Related Materials, Ed. M. Yoshikawa, et al., MYU, Tokyo, 1993, pp. 691-696等)。

【0009】このような状況で、n型半導体に類らない発光素子(以下、第1の従来例という)の開発が進められており、例えば特開平1-102893号公報に開示されている。この公報に記載された発光素子においては、発光層として半導体ダイヤモンドが使用されており、MS(電極/半導体ダイヤモンド)構造、MIS(電極/アンドープ絶縁性ダイヤモンド/半導体ダイヤモンド)構造の所謂発光ダイオード型となっている。

【0010】また、特開平3-122093号公報には、ダイヤモンド膜を使用し赤、緑又は青の光を発光する発光デバイス(以下、第2の従来例という)が開示されている。

【0011】更に、特開平3-222376には、導電性基板上にp型又はn型の半導体ダイヤモンドからなる発光層、アンドープダイヤモンド層及び電極を順次積層した構造を有する発光素子(以下、第3の従来例という)が開示されている。

【0012】これらの第1乃至第3の従来例の特徴は、pn接合を構成するn型半導体の替わりに金属を陰極としてMS構造又はMIS構造を形成し、陰極から電子をp型半導体層又はアンドープダイヤモンド層に注入し、そのp型半導体層又はアンドープダイヤモンド層中の不純物又は欠陥準位を介して再結合発光させることを目的としていることである。

【0013】【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述のように、ダイヤモンドのバンドギャップは5.5eVもあるため、その伝導帯に電子を注入することは困難であり、前述の従来技術における発光効率も極めて低いといわざるを得ない。

【0014】図5はダイヤモンドのバンド図であって、(a)は順方向に電圧が印加された場合のバンド図、

(b)は逆方向に電圧が印加された場合のバンド図である。図5(a)及び(b)において、○は正孔を示し、●は電子を示している。図5(a)に示すように、順方向では、電子を発光層に注入させるためにはショットキ障壁をトンネルさせる必要があるため、高い電圧が必要となる。また、熱い正孔の注入によるインパクトアイオナゼーションによる電子-正孔対が発光に寄与するものの、その発生確率は低い。一方、図5(b)に示すように、逆方向では、ショットキ障壁をトンネルした熱い正孔や僅かな電子によるインパクトアイオナゼーションによって電子-正孔対が発生して発光に寄与するものの、この場合にも、その発生確率は極めて低い。

【0015】ダイヤモンドのエネルギーギャップは5.5eV(225nmの波長に相当)であり、他の材料のそれと比べて極めて大きい。そのバンド構造は間接遷移型である。また、n型不純物のドーピングが困難な格子構造材もあり、通常のLEDのようにpn接合でのバンド間電子-正孔再結合での発光は不可能である。

【0016】また、これまでに開発されたMS型又はMIS型発光素子では、電子の注入が困難であるため、その発光強度は低いものに留まっている。

【0017】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、電子の注入効率を高めることにより、発光強度を著しく増加させることができるダイヤモンド電子素子を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明に係る第1のダイヤモンド電子素子は、第1のダイヤモンド層と、この第1のダイヤモンド層に接合され発光する第2のダイヤモンド層と、前記第1及び第2のダイヤモンド層に夫々接する第1及び第2の電極と、を有し、前記第1のダイヤモンド層の抵抗は前記第2のダイヤモンド層の抵抗よりも高く、前記第1のダイヤモンド層の前記第1の電極と接する表面の少なくとも一部の領域は水素化されていることを特徴とする。

【0019】本発明に係る第2のダイヤモンド電子素子は、第1のダイヤモンド層と、この第1のダイヤモンド層に接合され発光する第2のダイヤモンド層と、この第2のダイヤモンド層に接合された導電性基板と、前記第1のダイヤモンド層及び前記導電性基板に夫々接する第1及び第2の電極と、を有し、前記第1のダイヤモンド層の抵抗は前記第2のダイヤモンド層の抵抗よりも高く、前記第1のダイヤモンド層の前記第1の電極と接する表面の少なくとも一部の領域は水素化されていることを特徴とする。

【0020】本発明においては、第2の電極に対して第1の電極に負の電圧が印加されると、電子が第1の電極から第1のダイヤモンド層中の水素化された領域に供給される。そして、この電子は第1のダイヤモンド層の内

5

と注入される。そして、第1のダイヤモンド層から注入された電子と第2のダイヤモンド層内に存在する正孔との再結合により所望の発光が得られる。

【0021】なお、本発明においては、前記第1のダイヤモンド層は、アンドープダイヤモンドからなり、前記第2のダイヤモンド層はボロンがドーピングされたp型半導体ダイヤモンドからなることが望ましい。更に、前記第2のダイヤモンド層におけるボロン原子濃度は、 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  以上であることが望ましい。このような濃度とすることにより、紫外線等の種々の波長の発光が

10

【0022】本発明に係る第3のダイヤモンド電子素子は、第1のダイヤモンド層と、この第1のダイヤモンド層に接合され発光する第2のダイヤモンド層と、この第2のダイヤモンド層に接合された第3のダイヤモンド層と、前記第1及び第3のダイヤモンド層に夫々接する第1及び第2の電極と、を有し、前記第1のダイヤモンド層の抵抗は前記第3のダイヤモンド層の抵抗よりも高く、前記第1のダイヤモンド層の前記第1の電極と接する表面の少なくとも一部の領域は水素化されていること

20

【0023】本発明に係る第4のダイヤモンド電子素子は、第1のダイヤモンド層と、この第1のダイヤモンド層に接合され発光する第2のダイヤモンド層と、この第2のダイヤモンド層に接合された第3のダイヤモンド層と、この第3のダイヤモンド層に接合された導電性基板と、前記第1のダイヤモンド層及び前記導電性基板に夫々接する第1及び第2の電極と、を有し、前記第1のダイヤモンド層の抵抗は前記第3のダイヤモンド層の抵抗よりも高く、前記第1のダイヤモンド層の前記第1の電極と接する表面の少なくとも一部の領域は水素化されていることを特徴とする。

30

【0024】本発明においては、第1のダイヤモンド層の水素化された領域が電子供給源となり、第3のダイヤモンド層が正孔供給源となり、発光する第2のダイヤモンド層において所望の発光が得られる。

【0025】なお、本発明においては、前記第1のダイヤモンド層は、アンドープダイヤモンドからなり、前記第3のダイヤモンド層はボロンがドーピングされたp型半導体ダイヤモンドからなることが望ましい。

40

【0026】また、前記第2のダイヤモンド層には発光中心を形成する不純物元素が導入されていることが望ましい。

【0027】更にまた、前記水素化は、水素プラズマ処理により行われたものであることが望ましい。水素プラズマ処理によれば、確実な水素化が可能である。

【0028】

【発明の実施の形態】本願発明者等が前記課題を解決すべく、鋭意実験研究を重ねた結果、水素化されたダイヤモンド薄膜から電界放出により電子が真空中に容易に放

50

6

出されることは公知であるが、この電子の放出が4MV/cmの絶縁性能をもつ「固体真空」ともいえる品質の良いアンドープダイヤモンド材内部へも生じることを見出した。なお、水素化されたダイヤモンド材とは、文献「水素化されたダイヤモンド薄膜の電気的・光学的特性」(NEW DIAMOND 第13巻 第3号、p. 7 (1997))に示されるような水素が導入されたダイヤモンド材をいい、例えば化学気相成長(CVD)により成長したままのダイヤモンド薄膜及び水素プラズマにさらされたダイヤモンド材等に形成される。このような水素化されたダイヤモンド材を使用することにより、電子の注入効率を飛躍的に改善してダイヤモンド発光素子の強度を大幅に増加させ、例えば紫外線領域においても強度が高い発光が得られる。

【0029】以下、本発明の実施例に係るダイヤモンド電子素子について、添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は本発明の第1の実施例に係るダイヤモンド電子素子を示す模式図である。

【0030】第1の実施例においては、第1のダイヤモンド層1と発光する第2のダイヤモンド層2とが接合されている。また、第2のダイヤモンド層2と第1のダイヤモンド層1を挟むように第1の電極3が設けられている。同様に、第1のダイヤモンド層1と第2のダイヤモンド層2を挟むように第2の電極4が設けられている。そして、第1のダイヤモンド層1の第1の電極3と接する表面近傍は水素化され、水素化領域1aが形成されている。なお、第1のダイヤモンド層1は、例えばアンドープダイヤモンドから構成されており、第2のダイヤモンド層2には、例えばボロン(B)がドーピングされ、第2のダイヤモンド層2はp型半導体となっている。このため、第1のダイヤモンド層1の抵抗は発光する第2のダイヤモンド層2のそれよりも高い。

【0031】このように構成された第1の実施例のダイヤモンド電子素子においては、第1の電極3にマイナスの電圧を印加し、第2の電極4にプラスの電圧を印加すると、電子が第1の電極3から第1のダイヤモンド層1中の水素化領域1aに供給される。そして、この電子はアンドープダイヤモンドからなる第1のダイヤモンド層1にかかる高電界によりその内部に放出される。そして、内部に放出された電子は加速され、p型半導体である第2のダイヤモンド層2へと注入される。

【0032】第2のダイヤモンド層2においては、ダイヤモンド固有の励起子発光、導入された不純物(B)によって形成された発光中心からの発光及び高濃度にドーピングされたボロンに起因する紫外線発光がカーソルミネッセンス等により確認されるが、本実施例においては、第1のダイヤモンド層1から注入された電子とp型ダイヤモンド層2内に存在する正孔との再結合により所望の光が発光する。

【0033】なお、水素化されたダイヤモンドから電子

が放出されやすい理由は明らかではないが、水素により導入される結晶欠陥が重要な役割を担っていると考えられる。

【0034】なお、発光する第2のダイヤモンド層2と第2の電極4との間に導電性基板を設けることも可能である。

【0035】次に、上述のような導電性基板が設けられたダイヤモンド電子素子製造方法について説明する。図2は本発明の実施例に係るダイヤモンド電子素子製造する方法を示す断面図である。

【0036】まず、長辺の長さが20mmで、短辺の長さが10mmの長方形板状のp型Si低抵抗基板(導電性基板)5の(100)面に、合成時のダイヤモンドの核発生密度を上昇させるためにダイヤモンドパウダーにより超音波傷付け処理を行う。

【0037】次いで、例えばCH<sub>4</sub>ガス:0.6体積%、水素ガス:9.9.4体積%の雰囲気中で1時間Bドーパダイヤモンド薄膜を成長させた後、例えばCH<sub>4</sub>ガス:0.3体積%、水素ガス:9.9.7体積%の雰囲気中で5時間Bドーパダイヤモンド薄膜を成長させる。なお、Bドーパダイヤモンド薄膜の成長時におけるガス中のB/C比は66.67原子ppmである。また、この時の基板温度は、例えば800℃、ガス圧力は50Torrである。これにより、発光する第2のダイヤモンド層2が基板5上に形成される。

【0038】その後、例えばCH<sub>4</sub>ガス:0.3体積%、酸素ガス:0.15体積%、水素ガス希釈の雰囲気中で1時間第1のダイヤモンド層1を第2のダイヤモンド層2上に積層する。次に、CH<sub>4</sub>ガス及び酸素ガスの導入を停止し水素ガスのみを流し続けてプラズマ処理を行うことにより、第1のダイヤモンド層1の表面近傍に水素化領域1aを形成する。なお、第1のダイヤモンド層1の成長時の基板温度は、例えば800℃、ガス圧力は、例えば50Torrである。

【0039】次いで、フォトリソグラフィにより、水素化されたアンドープの第1のダイヤモンド層1上に厚さが、例えば約200Åの金製の第1の電極3を形成する。

【0040】次に、低抵抗Si基板5の裏面に銀ペーストを使用して銅板を電極として張り付けた。この場合に、銅板からなる電極を接地電極とし、金製の第1の電極に電圧を加えて、薄い金電極(第1の電極)を透過して行く発光を観測したところ、順方向に42Vの電圧を印加し5mAの電流を流した時に、245nmの波長付近の紫外域にピークを有する明瞭な発光スペクトルが得られた。図3はこの時に得られた発光スペクトルを示すグラフ図である。なお、ここでの順方向とは、水素化領域1a直上の金電極に負の電圧を印加する方向をいう。

【0041】ここで、これに対してアンドープのダイ

モンド層表面が水素化されていない発光素子における発光スペクトルの測定結果について説明する。

【0042】まず、一辺の長さが4mmの正方形板状の11a型単結晶ダイヤモンド基板の(100)面上に、マイクロ波プラズマ気相合成法により、CH<sub>4</sub>ガス:0.3体積%、水素ガス:9.9.7体積%の雰囲気中で1時間30分Bドーパダイヤモンド薄膜をエビタキシャル成長させた。この時のガス中のB/C比は66.67原子ppmであり、基板温度は875℃、ガス圧力は50Torrとした。

【0043】その後、選択成長技術によりアンドープダイヤモンド薄膜をBドーパダイヤモンド薄膜上にエビタキシャル成長させた。この際の雰囲気は、CH<sub>4</sub>ガス:0.3体積%、酸素ガス:0.15体積%、水素ガス希釈とした。また、成膜時の基板温度は800℃、ガス圧力は50Torr、成膜時間は1時間とした。

【0044】次いで、クロム酸及び王水洗浄によってアンドープダイヤモンド層表面の酸化処理を実施することにより、アンドープダイヤモンド層の表面に存在する水素化領域を除去した。

【0045】次に、フォトリソグラフィにより、アンドープダイヤモンド層及びBドーパダイヤモンド層上に金電極を形成し、ダイヤモンド発光ダイオードを完成させた。そして、このダイオードに順方向に36Vの電圧を印加し10mAの電流を流したが、紫外領域での発光は観測されなかった。また、順方向に100Vの逆電圧を印加した場合には、紫外領域での僅かな発光を観測することができた。

【0046】このように、アンドープダイヤモンド層表面近傍に水素化領域を設けない場合には、単結晶ダイヤモンドを使用しても良好な紫外線領域での発光を観測することはできなかった。

【0047】一方、前述の第1の実施例のように、アンドープダイヤモンド層の表面近傍に水素化領域を設けた場合には、結晶として欠陥の多い多結晶ダイヤモンド薄膜を使用しても、良好な紫外線発光を観測することができた。

【0048】次に、本発明の第2の実施例について説明する。第2の実施例においては、発光する第2のダイヤモンド層2と第2の電極4との間に第3のダイヤモンド層が設けられている。図4は本発明の第2の実施例に係るダイヤモンド電子素子を示す断面図である。なお、図4に示す第2の実施例において、図1に示す第1の実施例と同一の構成要素には、同一符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0049】第2の実施例には、発光する第2のダイヤモンド層2と第2の電極4との間に第3のダイヤモンド層6が接合されている。第3のダイヤモンド層6には、例えばBがドーピングされており、第1のダイヤモンド層1よりも抵抗が低いp型半導体となっている。

【0050】このように構成された第2の実施例においては、高抵抗の第1のダイヤモンド層1に形成された水素化領域1aが電子供給源となり、低抵抗の第3のダイヤモンド層6が正孔供給源となる。

【0051】なお、発光層となる第2のダイヤモンド層2に発光中心を形成する不純物元素が導入されていてよい。また、第3のダイヤモンド層が導電性基板上に形成され、その基板の裏面に電極が形成された構造をとってもよい。

【0052】また、第1の実施例における発光する第2のダイヤモンド層2及び第2の実施例における第3のダイヤモンド層には、高濃度でBがドーピングされていることが好ましい。この場合、特に前記第2及び第3のダイヤモンド層中のB原子濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上であれば、紫外線等の種々の波長を有する光線の発光が可能でありより一層好ましい。

【0053】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、第1のダイヤモンド層の水素化された領域からの電子放出を発光する第2のダイヤモンド層内部へ引き起こすことが可能であるので、従来実用化が困難とされていた発\*

\* 光強度の大きな紫外線領域の発光を発光ダイオード等を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係るダイヤモンド電子素子を示す模式図である。

【図2】本発明の実施例に係るダイヤモンド電子素子を製造する方法を示す断面図である。

【図3】本発明の実施例から得られる発光スペクトルを示すグラフ図である。

【図4】本発明の第2の実施例に係るダイヤモンド電子素子を示す断面図である。

【図5】ダイヤモンドのバンド図であって、(a)は順方向に電圧が印加された場合のバンド図、(b)は逆方向に電圧が印加された場合のバンド図である。

【符号の説明】

1、6；ダイヤモンド層

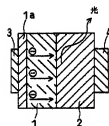
2；発光するダイヤモンド層

1a；水素化領域

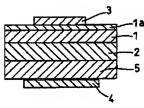
3、4；電極

5；Si基板

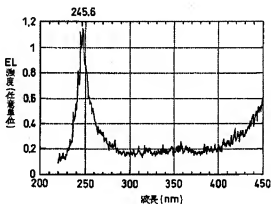
【図1】



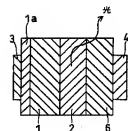
【図2】



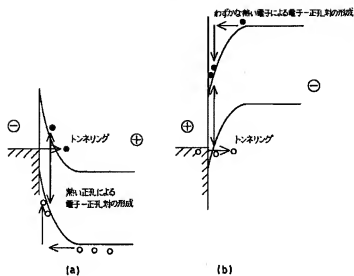
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 宮田 浩一

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 井上 憲一

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号  
株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA04 AA12 CA06 CA23  
CA33 CA49 CA50 CA57 CA65  
CA77 CA82 CA83 FF01 FF14